

# O EFEITO DO HIETOGRAMA NA VAZÃO DE PICO DO HIDROGRAMA DE UMA BACIA HIDROGRÁFICA: o caso Sítios Novos

*Nelson Neiva de Figueiredo<sup>1</sup> & José Nilson Bezerra Campos<sup>2</sup>*

**Resumo** --- O objetivo deste trabalho é apresentar a influência da curva de forma da chuva (hietograma) na vazão de pico do hidrograma gerado em uma bacia hidrográfica. Foram estudados cinco tipos de forma de chuva, quatro do SCS (Tipos I, IA, II e III), a reta diagonal, que corresponde a uma chuva uniformemente distribuída no tempo e dez hietogramas observados no pluviômetro do Campus do Pici em Fortaleza no ano de 1985. Cada uma das chuvas observadas, de 24 horas de duração, foram distribuídas no tempo de acordo com as curvas sintéticas e com a própria forma, obtendo-se assim seis hietogramas para um mesmo total de chuva. Esses hietogramas foram aplicados à bacia do reservatório Sítios Novos, e os hidrogramas foram calculados utilizando-se o programa HEC-HMS<sup>®</sup> versão 3.1,0. Os resultados mostram que em 70% dos casos a forma da chuva como observada gerou a maior vazão de pico. Somente em três casos, um com SCS II e dois com SCS III, a curva sintética gerou maior vazão do que o hietograma observado. Por outro lado, em nove casos um dos hietogramas sintéticos do SCS gerou a vazão mínima, fato que alerta para os riscos da importação de hietogramas do SCS.

**Abstract** --- This paper aims to present the impact of rainfall curves in hydrograph shape and peak flow rate in a watershed. Five rainfall distributions are discussed, four SCS - U.S. Soil Conservation Service 24-hour distributions (Types I, IA, II, and III), and a temporal uniform distribution (straight line), and ten hyetographs registered in 1985 in the Pici Campus precipitation gage in Fortaleza-CE. Each observed 24-hour rainfall total were distributed according to the five synthetic distributions and to its own shape, resulting in six hyetographs for each total. These hyetographs were applied to the Sítios Novos reservoir basin, in the Metropolitan Region of Fortaleza, and the HEC-HMS<sup>®</sup> 3.1.0 software were used to simulate the precipitation-runoff process for each hyetograph. In 70% of the results the observed shape of the rainfall were responsible for higher values of peak flow rates. Only in three cases, one in the SCS II distribution, and two in the SCS III distribution, the peak flow values of the synthetic curves were higher than the observed hyetograph. Otherwise, in nine cases the minimum flow rates occurred in the SCS IA distribution, what shows the risk of importing SCS hyetographs.

**Palavra-Chave:** Vazão afluente, Chuva de Projeto, Chuva 24 h.

---

<sup>1</sup> Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH, Fortaleza-CE, [nelson@cogerh.com.br](mailto:nelson@cogerh.com.br), [neiva@attglobal.net](mailto:neiva@attglobal.net)

<sup>2</sup> Universidade Federal do Ceará – UFC, Fortaleza-CE, [nilson@ufc.br](mailto:nilson@ufc.br)

## 1. INTRODUÇÃO

Chuvas intensas podem ocorrer na região em estudo entre os meses de dezembro e agosto, predominantemente entre janeiro e maio. Um exemplo de uma forte chuva que causou inundações em várias áreas ocorreu em 24 de abril de 1997. Esse evento de precipitação foi causado por um intenso aglomerado de nuvens (tipo Cúmulos-nimbos) que se formou junto à costa litorânea norte do Nordeste por volta de 00:00 h do dia 24/04/1997, deslocando-se sobre a região em questão, e dissipando-se por volta das 12:00 h do mesmo dia. Em aproximadamente 6 horas, esse aglomerado de nuvens causou uma chuva de 270 mm, correspondendo 70% do total mensal climatológico observado no mês de abril (LIMA, 2005). Eventos de chuvas pesadas e intensas são a base para estudos hidráulicos.

O dimensionamento de obras hidráulicas baseia-se, normalmente, em uma chuva de projeto que tem um total, uma duração e uma forma, gerando um hietograma de projeto. O total da chuva normalmente é obtido por meio de equações intensidade-duração-frequência (curvas idf) ou por estudos estatísticos convencionais utilizando-se séries históricas de pluviômetros. A duração é determinada em função das características geomorfológicas da bacia hidrográfica, principalmente do tempo de concentração da bacia. Para a forma da chuva, em grande número de projetos usa-se um hietograma sintético, os quais procuram retratar a forma crítica.

Muitas instituições de Engenharia procuram padronizar uma forma de chuva para reproduzir uma situação crítica. O Serviço de Conservação de Solos (SCS) do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos desenvolveu hietogramas sintéticos para chuvas de duração de seis e 24 horas de duração (I, IA, II e III) para diferentes regiões dos Estados Unidos. Huff (1967) desenvolveu para o Estado de Illinois curvas adimensionais de chuvas intensas baseadas em registros históricos. O hietograma de blocos alternados também é muito usado em projetos de Engenharia de obras de grande porte.

Em alguns projetos de Engenharia no Brasil usam-se hietogramas sintéticos desenvolvidos para outras partes do mundo para calcular a cheia de projeto, na expectativa de que esses hietogramas resultem em vazões críticas. Não há também, para muitas estados, se não para todos, uma curva de chuva institucionalmente referendada para aplicação nos projetos hidráulicos. Esse artigo está inserido no contexto de uma pesquisa que busca definir curvas de chuva para a região metropolitana de Fortaleza. No artigo avalia-se aplicação dos hietogramas sintéticos do SCS, da chuva uniforme e dos hietogramas observados para avaliar a máxima vazão de pico.

Foram selecionadas para análise as 10 maiores chuvas de 24 horas de duração do ano de 1985, o ano mais chuvoso do século XX no Ceará. Cada chuva, com seis formas distintas, (quatro do SCS, a uniforme e a forma observada) foi aplicada na bacia do açude Sítios Novos, usando-se o programa HEC-HMS<sup>®</sup> versão 3.1.0 para obtenção da vazão de pico. Observou-se 70% dos casos a chuva com a forma observada foi a que gerou a maior vazão de pico. Somente em três casos, uma curva do SCS (uma SCS II e duas SCS III) foi a mais crítica.

## 2. A ÁREA DO PROJETO: O AÇUDE SÍTIOS NOVOS

O açude Sítios Novos, localizado no município de Caucaia-CE, nas coordenadas UTM 9.583.427 N e 504706 E, barra o rio São Gonçalo, tem uma área de drenagem de 441,71 km<sup>2</sup>, e capacidade de 126 milhões de metros cúbicos. (CEARÁ, 1996).

Para determinação da chuva efetiva foi utilizada a metodologia do *Curve Number* do SCS-Soil Conservation Service, no qual a lâmina escoada (altura da chuva efetiva) é função da altura total da chuva e de um parâmetro denominado *Curve Number*, que varia de 1 a 100, e depende das propriedades do solo e subsolo da bacia hidrográfica que influenciam o escoamento superficial. Foi adotado para a bacia do açude Sítios Novos um CN = 78, e os demais parâmetros são (CEARÁ, 1996):

$$L = 52 \text{ km}$$

$$T_c = 7,91 \text{ h}$$

$$\Delta H = 552 \text{ m}$$

$$T_{Lag} = 4,75 \text{ h}$$

Onde: L = comprimento do talvegue principal (km);  $\Delta H$  = diferença de nível entre o ponto mais distante e o exutório (m);  $T_c$  = tempo de concentração da bacia(h) e  $T_{Lag}$  = distância entre o centro de massa do excesso de chuva e o pico do hidrograma (h).

## 3. DADOS E METODOLOGIA

Para a simulação da vazão de pico no exutório da bacia hidrográfica considerada, no caso o local da barragem Sítios Novos, para construção dos hietogramas e determinação dos hidrogramas, foi utilizado o programa HEC-HMS<sup>®</sup> 3.1.0, do Hydrologic Engineering Center – Hydrologic Modeling System, do USACE – U. S. Army Corps of Engineers<sup>®</sup>.

Com os dados de entrada do programa foram obtidas seis formas de chuva, resultando em seis hietogramas, e seis hidrogramas para cada total observado, perfazendo sessenta de cada. Para as curvas do SCS os dados da Tabela 4 foram utilizados os valores incrementais.

### 3.1 – Dados de chuvas utilizados

Para o artigo foi escolhido o ano de 1985, com precipitação de 2.755,65 mm, que foi o de maior total anual observado da série de trinta anos – 1970 a 2000, compilada e catalogada por LIMA (2005), na estação meteorológica do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará – UFC, no Campus do Pici, na cidade de Fortaleza-CE. Daquele ano foram selecionadas as dez maiores precipitações de 24 h de duração – medidas de 09:00 às 09:00 h – as quais somam 713,6 mm (25,9 % do total anual), cujos valores são apresentados nas tabelas 1 e 2.

A duração da chuva é de três vezes o tempo de concentração da bacia.

Tabela 1: As dez maiores precipitações de 24 horas de duração em Fortaleza, Campus do Pici no ano de 1985

Chuva	Data	Intervalo	mm
1	18/03/85	Seg	69,3
2	31/03/85	Dom	90,9
3	02/04/85	Ter	102,8
4	09/04/85	Ter	47,4
5	20/04/85	Sáb	66,4
6	12/05/85	Dom	61,8
7	19/05/85	Dom	69,5
8	17/06/85	Seg	69,6
9	12/07/85	Sex	74,5
10	14/12/85	Sáb	61,4
			713,6

### 3.2 – As curvas de massa das chuvas observadas

A precipitação é um dado importante para diversos projetos em engenharia, entretanto, muitos desses projetos, necessitam não somente o total precipitado, sua duração e frequência, mas que os dados sejam expressos por um hietograma (acumulado ou incremental), que é a curva que representa a forma de distribuição da chuva, ou seja, como a precipitação varia ao longo do período do evento considerado.

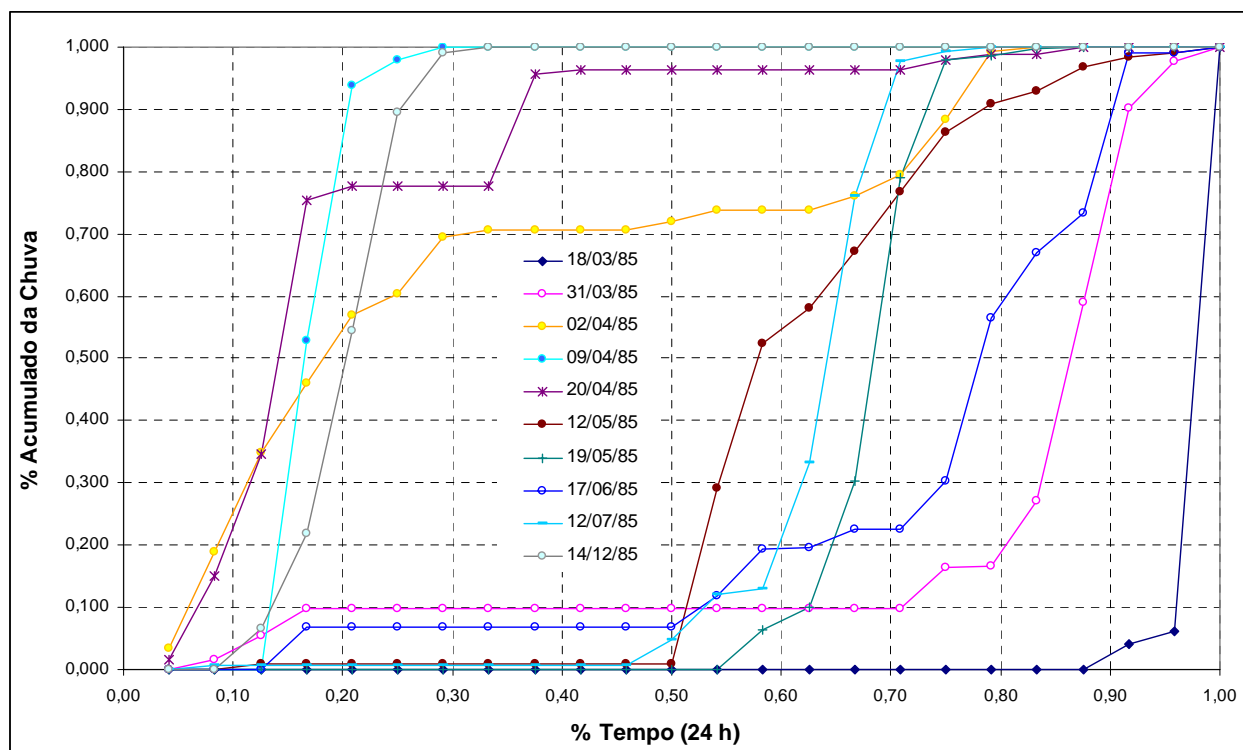
A partir dos dados da Tabela 2 foram construídas as curvas de chuva adimensionais (Figura 1), para os dez eventos considerados, as quais têm no eixo das abscissas o tempo, medido em percentagem da duração total da chuva, e no eixo das ordenadas os totais de chuva medidos em percentagem do total da precipitação.

Tabela 2: As dez maiores chuvas de 24 h observadas em 1985 na estação meteorológica do Campus do Pici, Fortaleza, CE.

Chuva		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora		18/03/85	31/03/85	02/04/85	09/04/85	20/04/85	12/05/85	19/05/85	17/06/85	12/07/85	14/12/85
09:00	1	0,00	0,00	3,50	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10:00	2	0,00	1,40	16,00	0,00	9,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00
11:00	3	0,00	3,60	16,30	0,00	13,00	0,60	0,00	0,00	0,00	4,00
12:00	4	0,00	4,00	11,50	25,00	27,00	0,00	0,00	4,70	0,00	9,40
13:00	5	0,00	0,00	11,20	19,50	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00
14:00	6	0,00	0,00	3,50	1,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21,50
15:00	7	0,00	0,00	9,50	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00
16:00	8	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50
17:00	9	0,00	0,00	0,00	0,00	11,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18:00	10	0,00	0,00	0,10	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19:00	11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20:00	12	0,00	0,00	1,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,10	0,00
21:00	13	0,00	0,00	1,80	0,00	0,00	17,40	0,00	3,60	5,40	0,00
22:00	14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,40	4,50	5,10	0,70	0,00
23:00	15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,50	2,40	0,30	15,00	0,00
00:00	16	0,00	0,00	2,50	0,00	0,00	5,60	14,10	2,00	31,90	0,00
01:00	17	0,00	0,00	3,50	0,00	0,00	6,00	34,00	0,00	16,20	0,00
02:00	18	0,00	6,00	9,00	0,00	1,00	5,80	13,00	5,40	1,20	0,00
03:00	19	0,00	0,10	11,30	0,00	0,60	2,90	0,50	18,20	0,50	0,00
04:00	20	0,00	9,50	0,70	0,00	0,00	1,20	0,90	7,30	0,00	0,00
05:00	21	0,00	29,00	0,00	0,00	0,80	2,40	0,10	4,50	0,00	0,00
06:00	22	2,80	28,30	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	17,90	0,00	0,00
07:00	23	1,50	7,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
08:00	24	65,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,60	0,00	0,00
Total		69,30	90,90	102,80	47,40	66,40	61,80	69,50	69,60	74,50	61,40

Fonte: Dados compilados e catalogados por Lima( 2005).

Figura 1: Gráfico adimensional das dez maiores chuvas observadas de 1985.

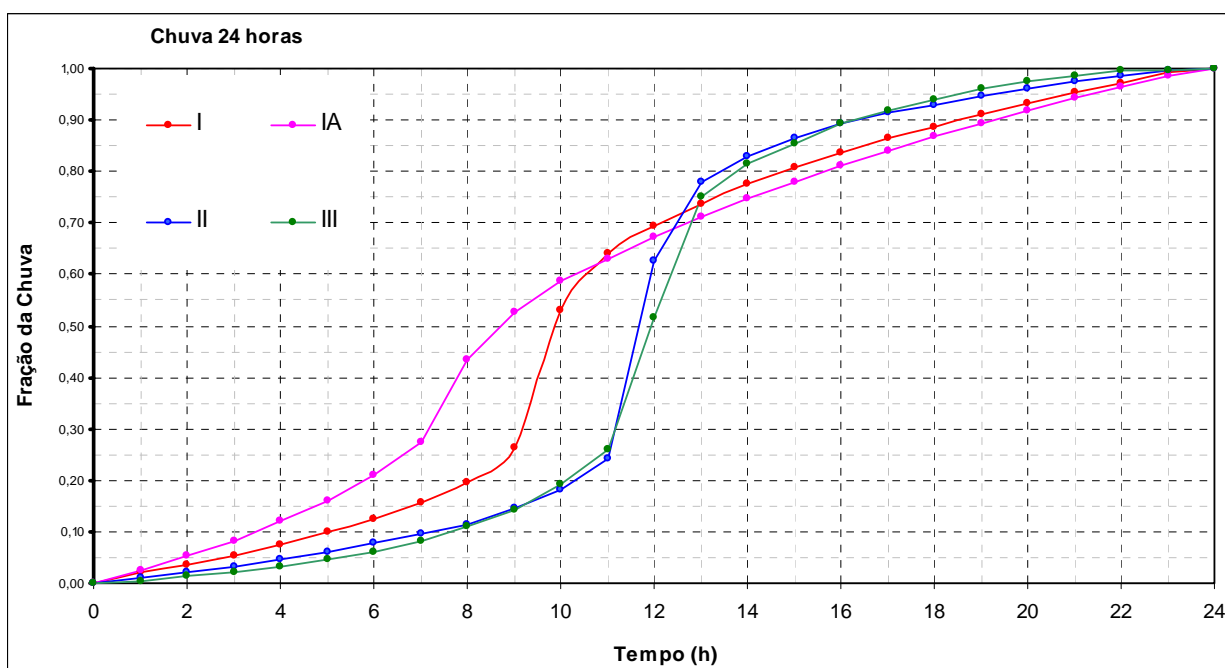


### 3.3 – As curvas do SCS para chuvas de 24h de duração.

O SCS-Soil Conservation Service, extinto em 1994, e cujas funções foram assumidas pelo National Resources Conservation Service, dividiu o território dos Estados Unidos, incluindo o Alasca e o Havaí, em quatro macro-regiões: I, IA, II e III, e determinou uma curva que representa a forma da chuva para cada uma dessas regiões (Figura 2).

Essas curvas são adimensionais no eixo das ordenadas (Figura 2). Para se obter a curva de uma chuva de projeto, multiplicam-se os valores do eixo das ordenadas pelo total da precipitação da chuva de 24 horas considerada, o que representa um meio matemático de simulação de chuvas intensas.

Figura 2: Curvas adimensionais do SCS para chuvas de 24 horas, nos Estados Unidos.



Em uma curva que representa a forma de uma chuva, podem existir vários pontos de inflexão, que resultam em *corcundas* no hidrograma.

Neste trabalho, além da forma da chuva observada e das quatro formas do *Soil Conservation Service*, SCS I, SCS IA, SCS II e SCS III, foi incluída a reta diagonal, que representa uma chuva acumulada distribuída uniformemente ao longo do período de 24 h.

## 4. RESULTADOS

As vazões de pico encontradas são mostradas na Tabela 3, onde os percentuais indicam a relação com a vazão de pico da chuva observada. Nas figuras 3 e 4, são apresentados o gráfico das vazões de pico dos dez totais observados, para as seis formas estudadas; e o gráfico das vazões de pico das seis formas estudadas, para os dez totais observados, respectivamente.

Tabela 3: Valores de vazão de pico com a chuva observada e seis diferentes formas (observada, SCS I, IA, II, III e uniforme) e percentual (%) entre a vazão de pico com o hietograma sintético e com o hietograma observado.

Chuva	Data	Precipitação mm	Vazão de Pico										
			Chuva Observada	Chuva Uniforme		Chuva SCSI		Chuva SCSIA		Chuva SCSII		Chuva SCSIII	
				m³/s	m³/s	%	m³/s	%	m³/s	%	m³/s	%	m³/s
1	18/03/85	69,30	415,9	200,3	48,16%	221,3	53,21%	172,1	41,38%	298,2	71,70%	304,1	73,12%
2	31/03/85	90,90	658,6	308,8	46,89%	384,4	58,37%	298,3	45,29%	509,6	77,38%	511,2	77,62%
3	02/04/85	102,80	387,8	370,3	95,49%	482,1	124,32%	374,6	96,60%	636,1	164,03%	633,5	163,36%
4	09/04/85	47,40	175,8	98,7	56,14%	89,5	50,91%	75,0	42,66%	125,3	71,27%	127,8	72,70%
5	20/04/85	66,40	225,5	186,0	82,48%	201,2	89,22%	157,2	69,71%	273,2	121,15%	278,2	123,37%
6	12/05/85	61,80	230,2	163,9	71,20%	171,1	74,33%	134,5	58,43%	234,3	101,78%	238,7	103,69%
7	19/05/85	69,50	403,3	201,1	49,86%	222,7	55,22%	173,3	42,97%	300,0	74,39%	306,2	75,92%
8	17/05/85	69,60	371,1	201,5	54,30%	223,5	60,23%	173,7	46,81%	300,9	81,08%	307,0	82,73%
9	12/07/85	74,50	463,1	225,7	48,74%	258,4	55,80%	199,8	43,14%	346,5	74,82%	351,8	75,97%
10	14/12/85	61,40	314,0	161,9	51,56%	168,5	53,66%	132,7	42,26%	230,8	73,50%	235,5	75,00%

Figura 3: Vazão de pico dos dez totais observados, para as seis formas estudadas

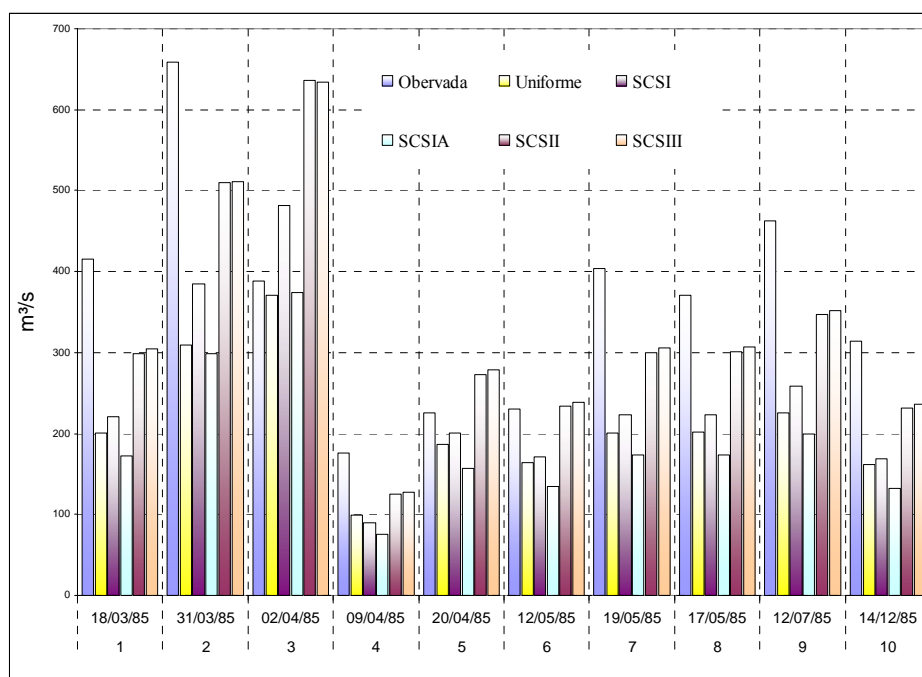
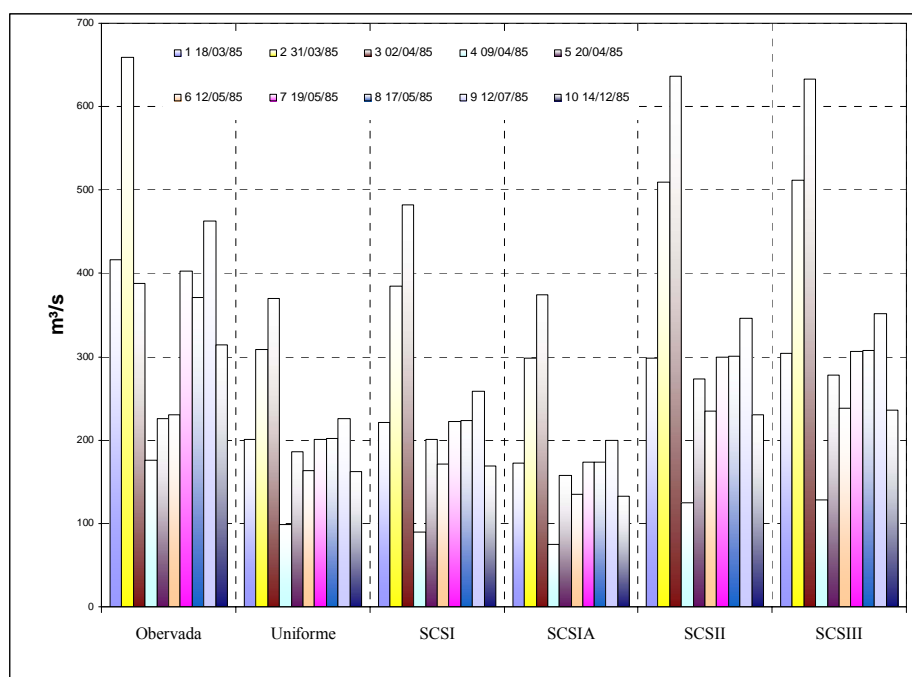


Figura 4: Vazão de pico das seis formas estudadas, para os dez totais observados



O valor máximo maximorum obtido para a vazão de pico, 658,6 m<sup>3</sup>/s, ocorreu na chuva 2, de 90,90 mm, na forma observada. Trata-se de uma forma de chuva favorável a gerar altos picos devido à concentração (63 % da precipitação ocorreu em duas horas consecutivas - Figura 5).

A maior chuva observada, a de número 3, foi de 102,80 mm, a qual resultou em uma vazão de pico de 387,8 m<sup>3</sup>/s, sendo esta suplantada por três formas, a SCSI, a SCSII, e a SCSIII, com valores de 482,1 m<sup>3</sup>/s, 636,1 m<sup>3</sup>/s, 633,5 m<sup>3</sup>/s, respectivamente (Figuras 6, 7, 8 e 9). Demonstra que essa chuva apesar da grande altura, teve uma forma amena que resultou em uma vazão de pico pouco mais da metade da chuva 2 (essa 10% menor em total precipitado).

Figura 5: Hietograma e Hidrograma para a chuva 2, na forma observada.

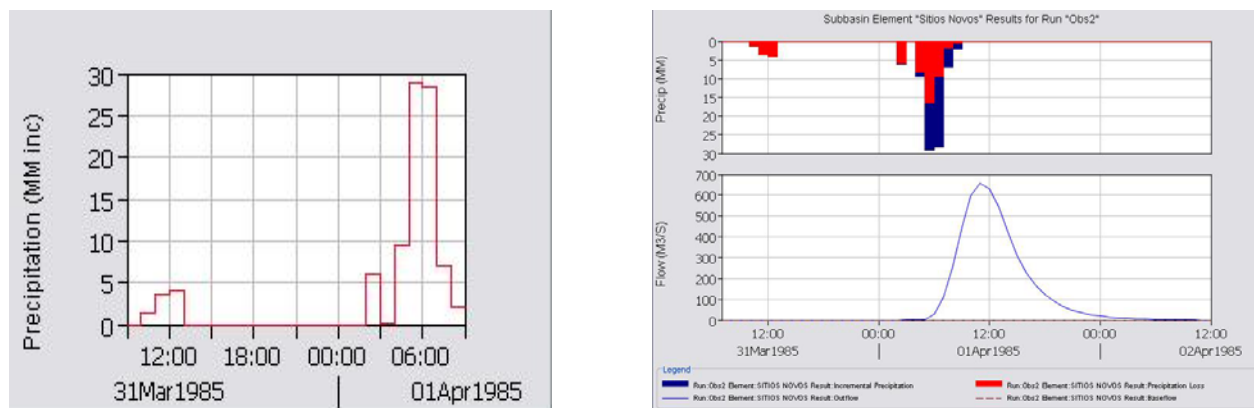




Figura 6: Hietograma e Hidrograma para a chuva 3, na forma observada.

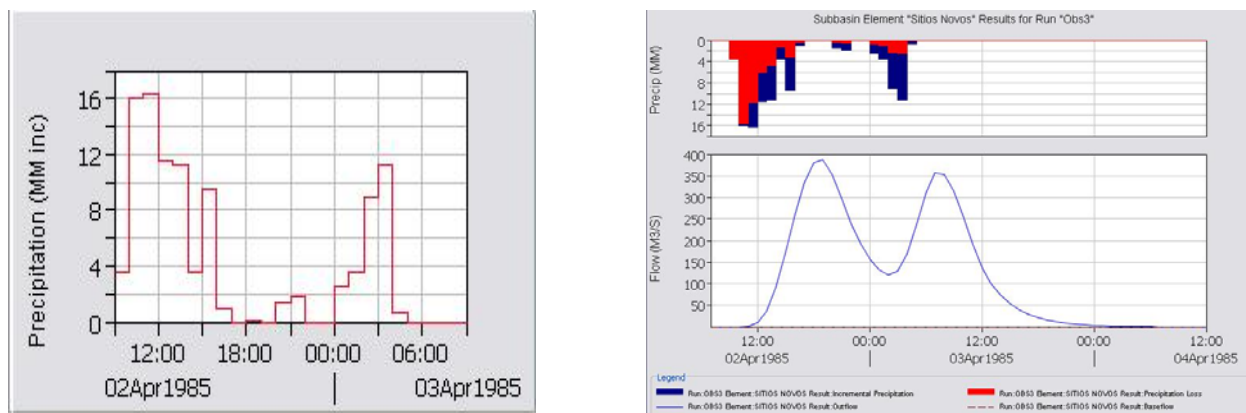


Figura 7: Hietograma e Hidrograma para a chuva 3, na forma SCSI.

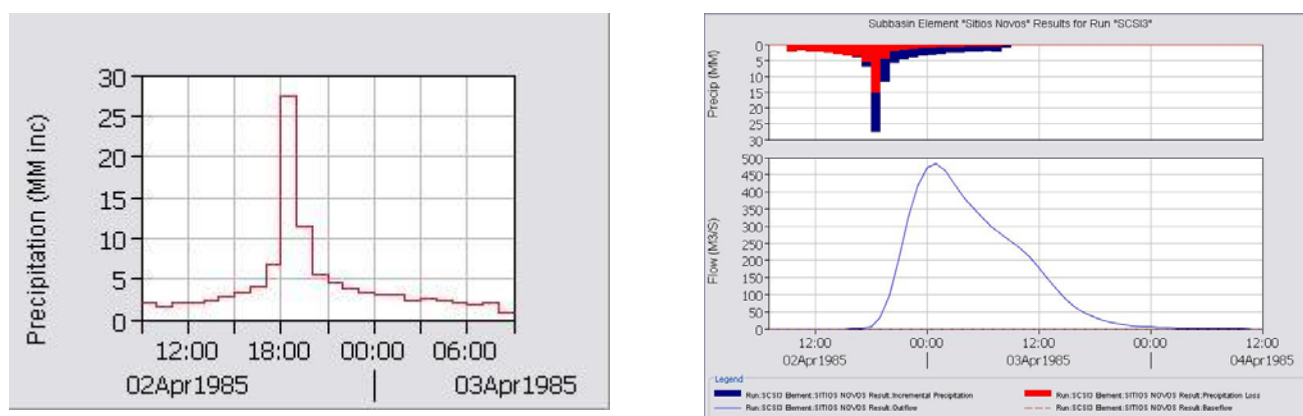


Figura 8: Hietograma e Hidrograma para a chuva 3, na forma SCSII.

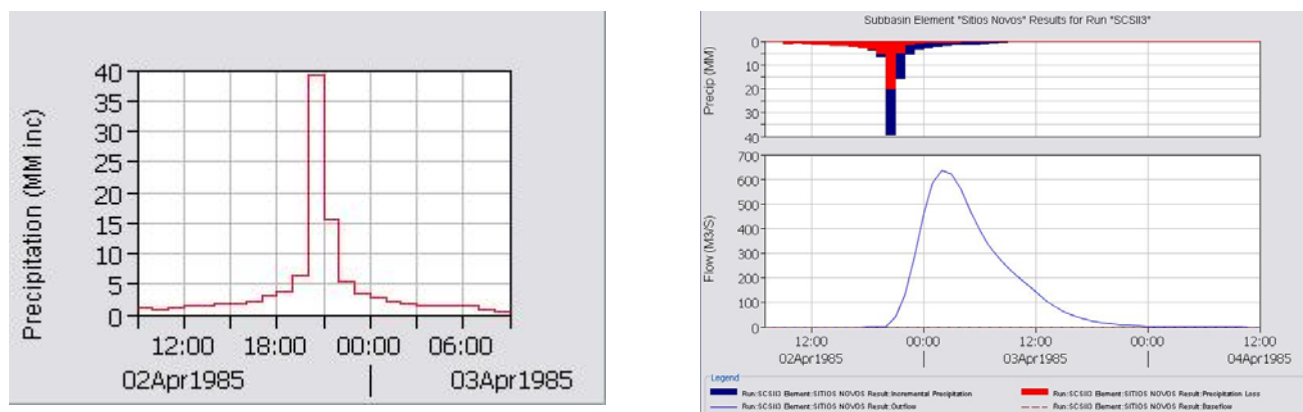
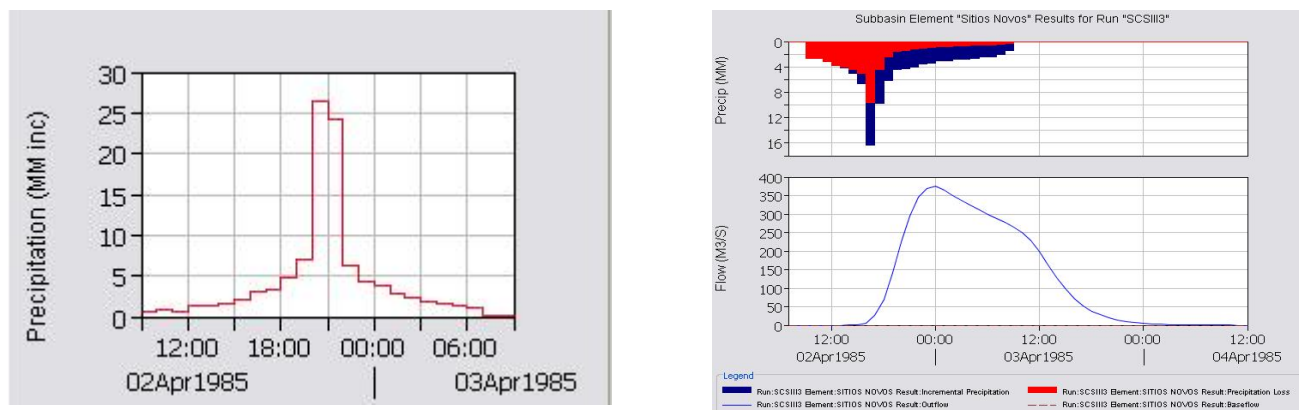


Figura 9: Hietograma e Hidrograma para a chuva 3, na forma SCSIII.



Verificou-se que todos os valores máximos de vazão de pico, para cada chuva considerada, ocorreram na forma observada, exceto para as chuvas 3, 5 e 6 (Tabela 3), cujos valores em vermelhos indicam aqueles que suplantaram os da chuva observada. O que mostra que na maioria das vezes o hietograma sintético do SCS está a contra a segurança, pois reduz o valor de pico da vazão. A tabela 4 mostra o valor máximo e o valor mínimo da vazão de pico resultante para cada chuva, e a respectiva forma. Observe-se que 90% das vazões mínimas decorrem de alguma hietograma do SCS, o que desaconselha o uso desses hietogramas em chuvas de projetos em Fortaleza, e, quem sabe?, em muitos locais do Brasil.

Tabela 4: Valores de vazão de pico máximos e mínimos obtidos e a respectiva forma da chuva.

Chuva	Vazão Máxima m³/s	Forma da Chuva	Chuva	Vazão Mínima m³/s	Forma da Chuva
1	415,90	Observada	1	172,1	SCSIA
2	658,60	Observada	2	298,3	SCSIA
3	636,10	SCSII	3	370,3	Uniforme
4	175,80	Observada	4	75,0	SCSIA
5	278,20	SCSIII	5	157,2	SCSIA
6	238,70	SCSIII	6	134,5	SCSIA
7	403,30	Observada	7	173,3	SCSIA
8	371,10	Observada	8	173,7	SCSIA
9	463,10	Observada	9	199,8	SCSIA
10	314,00	Observada	10	132,7	SCSIA

Na Tabela 5 mostram-se os mesmos valores da vazão de pico da Tabela 3 porém ordenados pela precipitação, que são mostrados na forma de gráfico na Figura 10.

Tabela 5: Vazão de pico, ordenada em relação à precipitação.

Chuva	Data	Precipitação mm	Vazão					
			Chuva Observada m³/s	Chuva Uniforme m³/s	Chuva SCSI m³/s	Chuva SCSIA m³/s	Chuva SCSII m³/s	Chuva SCSIII m³/s
4	09/04/85	47,40	175,8	98,7	89,5	75,0	125,3	127,8
10	14/12/85	61,40	314,0	161,9	168,5	132,7	230,8	235,5
6	12/05/85	61,80	230,2	163,9	171,1	134,5	234,3	238,7
5	20/04/85	66,40	225,5	186,0	201,2	157,2	273,2	278,2
1	18/03/85	69,30	415,9	200,3	221,3	172,1	298,2	304,1
7	19/05/85	69,50	403,3	201,1	222,7	173,3	300,0	306,2
8	17/05/85	69,60	371,1	201,5	223,5	173,7	300,9	307,0
9	12/07/85	74,50	463,1	225,7	258,4	199,8	346,5	351,8
2	31/03/85	90,90	658,6	308,8	384,4	298,3	509,6	511,2
3	02/04/85	102,80	387,8	370,3	482,1	374,6	636,1	633,5

Observa-se na Figura 10, que para todas as formas, exceto para a observada, mantém-se uma relação semelhante para a vazão com o aumento da precipitação; obtendo-se para a vazão de pico o mesmo resultado apresentado na Tabela 4.

Em relação à vazão mínima, esperava-se obter o menor valor da vazão para a forma uniforme de chuva, o que ocorreu somente para a chuva 3. A Figura 11 mostra o gráfico adimensional das chuvas nas seis formas estudadas.

Figura 10: Vazão de pico ordenadas em função da precipitação, das dez chuvas nas seis formas estudadas.

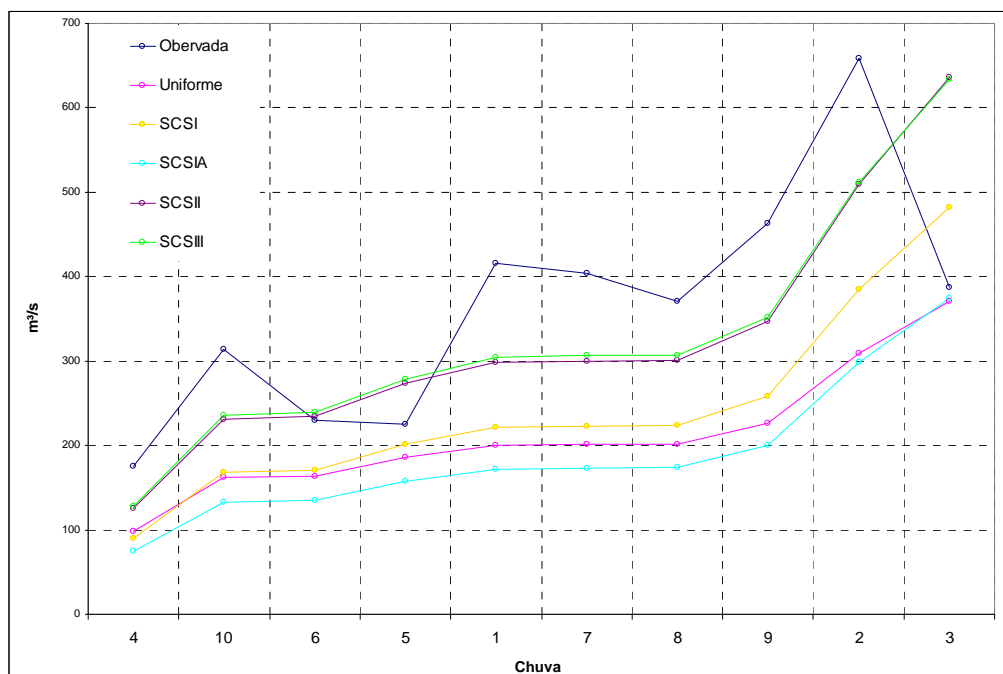
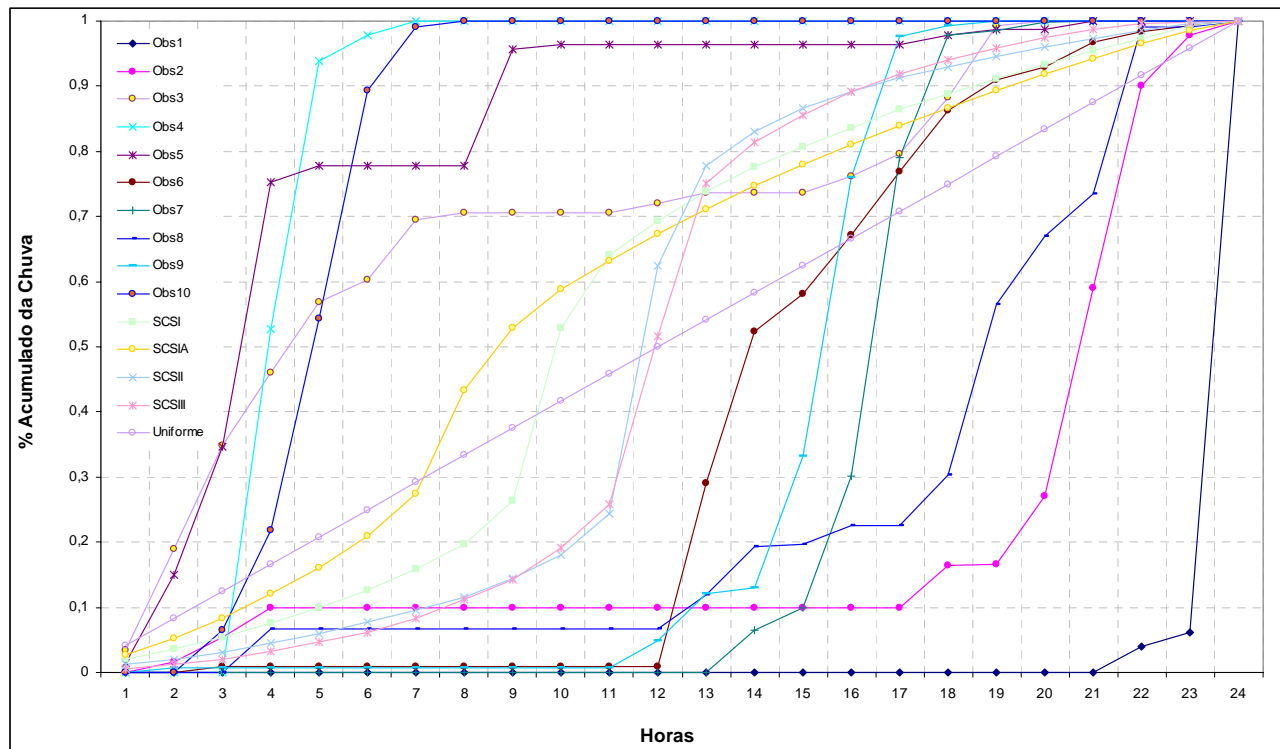


Figura 11: Gráfico adimensional das dez chuvas nas seis formas estudadas



## 5. REFLEXÕES FINAIS

Dependendo da forma da chuva os resultados podem variar significativamente, conforme pode-se observar na Tabela 3, que mostra que todos os valores máximos da vazão de pico para as chuvas consideradas ocorreram na forma observada, exceto para as chuvas 3, 5 e 6. Para a chuva 3, onde os resultados mostraram valores 24,32%, 64,03% e 63,36% mais elevados para as formas SCSI, SCSII e SCSIII respectivamente, em relação à da forma observada. Para a chuva 5, os resultados mostraram valores 21,15% e 23,37% mais elevados para as formas SCSII e SCSIII respectivamente, em relação à da forma observada. Para a chuva 6, os resultados mostraram valores 1,78% e 3,69% mais elevados para as formas SCSII e SCSIII respectivamente, em relação à da forma observada.

A curva SCS II, que apresentou um pico maior, tem uma precipitação de 14,45% nas primeiras nove horas, 74,77% nas seis horas seguintes, e 10,78% nas horas restantes. Sendo que 40% do total ocorreu em cerca de 40 minutos, ficando evidente que essa forma não se aplica bem para uma chuva de duração de 24 h. Na realidade ela simula uma chuva intensa de curta duração, de pico central, precedida e sucedida por chuva fina, esta sim, de maior duração.

Para uma maior segurança em obras de engenharia deve-se tomar o cuidado em estudar várias formas de chuva, para saber como se comporta uma chuva local, obtendo-se assim uma representação

mais próxima da realidade, e encontrar a que apresente maior confiabilidade e segurança. A importação de hietogramas mostrou riscos de dimensionamento para o caso estudado, chuvas do litoral cearense e tempo de concentração da bacia de cerca de oito horas.

Outros estudos estão em andamento com análises para outros hietogramas, inclusive o de blocos alternados e também para outros tempos de concentração da bacia hidrográfica.

Mais estudos deverão ser realizados para se determinar a forma da chuva para regiões específicas, não somente para duração de 24 h, mas também para diversas durações de chuvas intensas.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

CEARÁ. (1996). Secretaria dos Recursos Hídricos. Projeto Executivo da Barragem Sítios Novos – Relatório de Estudos Básicos. Tomo III – Estudos Hidrológicos. Fortaleza-CE: GEONORTE.

Huff, F.A. (1967). Time distribution of rainfall in heavy storms. *Water Resources Research*. Vol. 3. n<sup>o</sup>. 4. pp.1017-1019.

LIMA, V.de P. M. (2005); “Variabilidade Horo-Sazonal da Precipitação em Fortaleza em Anos de Contrastes Climáticos”. Fortaleza-CE. Dissertação de Mestrado – UFC.

## ANEXOS

### Chuva na forma: Uniforme

h	Chuva 1 Incremental mm	Chuva 2 Incremental mm	Chuva 3 Incremental mm	Chuva 4 Incremental mm	Chuva 5 Incremental mm	Chuva 6 Incremental mm	Chuva 7 Incremental mm	Chuva 8 Incremental mm	Chuva 9 Incremental mm	Chuva 10 Incremental mm
1	2,888	3,788	4,283	1,975	2,767	2,575	2,896	2,900	3,104	2,558
2	2,888	3,788	4,283	1,975	2,767	2,575	2,896	2,900	3,104	2,558
3	2,888	3,788	4,283	1,975	2,767	2,575	2,896	2,900	3,104	2,558
4	2,888	3,788	4,283	1,975	2,767	2,575	2,896	2,900	3,104	2,558
5	2,888	3,788	4,283	1,975	2,767	2,575	2,896	2,900	3,104	2,558
6	2,888	3,788	4,283	1,975	2,767	2,575	2,896	2,900	3,104	2,558
7	2,888	3,788	4,283	1,975	2,767	2,575	2,896	2,900	3,104	2,558
8	2,888	3,788	4,283	1,975	2,767	2,575	2,896	2,900	3,104	2,558
9	2,888	3,788	4,283	1,975	2,767	2,575	2,896	2,900	3,104	2,558
10	2,888	3,788	4,283	1,975	2,767	2,575	2,896	2,900	3,104	2,558
11	2,888	3,788	4,283	1,975	2,767	2,575	2,896	2,900	3,104	2,558
12	2,888	3,788	4,283	1,975	2,767	2,575	2,896	2,900	3,104	2,558
13	2,888	3,788	4,283	1,975	2,767	2,575	2,896	2,900	3,104	2,558
14	2,888	3,787	4,283	1,975	2,767	2,575	2,896	2,900	3,104	2,558
15	2,888	3,788	4,283	1,975	2,767	2,575	2,896	2,900	3,104	2,558
16	2,888	3,788	4,283	1,975	2,767	2,575	2,896	2,900	3,104	2,558
17	2,888	3,788	4,283	1,975	2,767	2,575	2,896	2,900	3,104	2,558
18	2,888	3,787	4,283	1,975	2,767	2,575	2,896	2,900	3,104	2,558
19	2,888	3,788	4,283	1,975	2,767	2,575	2,896	2,900	3,104	2,558
20	2,888	3,787	4,283	1,975	2,767	2,575	2,896	2,900	3,104	2,558
21	2,888	3,788	4,283	1,975	2,767	2,575	2,896	2,900	3,104	2,558
22	2,888	3,787	4,283	1,975	2,767	2,575	2,896	2,900	3,104	2,558
23	2,888	3,787	4,283	1,975	2,767	2,575	2,896	2,900	3,104	2,558
24	2,888	3,788	4,283	1,975	2,767	2,575	2,896	2,900	3,104	2,558
Total	69,30	90,90	102,80	47,40	66,40	61,80	69,50	69,60	74,50	61,40

### Chuva na forma: SCSII

h	Chuva 1 Incremental mm	Chuva 2 Incremental mm	Chuva 3 Incremental mm	Chuva 4 Incremental mm	Chuva 5 Incremental mm	Chuva 6 Incremental mm	Chuva 7 Incremental mm	Chuva 8 Incremental mm	Chuva 9 Incremental mm	Chuva 10 Incremental mm
1	1,38	1,81	2,05	0,94	1,32	1,23	1,38	1,39	1,48	1,22
2	1,06	1,39	1,57	0,73	1,02	0,95	1,06	1,06	1,14	0,94
3	1,37	1,79	2,03	0,93	1,31	1,22	1,37	1,37	1,47	1,21
4	1,48	1,94	2,19	1,01	1,41	1,32	1,48	1,48	1,59	1,31
5	1,58	2,07	2,34	1,08	1,51	1,41	1,58	1,59	1,70	1,40
6	1,89	2,48	2,81	1,29	1,81	1,69	1,90	1,90	2,03	1,68
7	2,21	2,90	3,28	1,51	2,12	1,97	2,22	2,22	2,38	1,96
8	2,65	3,48	3,94	1,82	2,54	2,37	2,66	2,67	2,85	2,35
9	4,59	6,02	6,81	3,14	4,40	4,09	4,60	4,61	4,93	4,06
10	18,42	24,16	27,32	12,60	17,65	16,43	18,47	18,50	19,80	16,32
11	7,75	10,16	11,49	5,30	7,42	6,91	7,77	7,78	8,33	6,86
12	3,71	4,87	5,51	2,54	3,56	3,31	3,73	3,73	3,99	3,29
13	3,06	4,02	4,54	2,10	2,93	2,73	3,07	3,08	3,29	2,71
14	2,58	3,38	3,82	1,76	2,47	2,30	2,59	2,59	2,77	2,28
15	2,19	2,87	3,25	1,50	2,10	1,95	2,20	2,20	2,35	1,94
16	2,04	2,67	3,02	1,39	1,95	1,82	2,04	2,05	2,19	1,81
17	2,00	2,62	2,96	1,37	1,91	1,78	2,00	2,00	2,15	1,77
18	1,55	2,03	2,29	1,06	1,48	1,38	1,55	1,55	1,66	1,37
19	1,66	2,18	2,47	1,14	1,59	1,48	1,67	1,67	1,79	1,47
20	1,50	1,96	2,22	1,02	1,43	1,33	1,50	1,50	1,61	1,33
21	1,48	1,95	2,20	1,01	1,42	1,32	1,49	1,49	1,59	1,31
22	1,27	1,66	1,88	0,87	1,22	1,13	1,27	1,27	1,36	1,12
23	1,38	1,81	2,05	0,94	1,32	1,23	1,38	1,39	1,48	1,22
24	0,51	0,67	0,76	0,35	0,49	0,46	0,51	0,52	0,55	0,45
	69,30	90,90	102,80	47,40	66,40	61,80	69,50	69,60	74,50	61,40

Chuva na forma: SCSIA

h	Chuva 1	Chuva 2	Chuva 3	Chuva 4	Chuva 5	Chuva 6	Chuva 7	Chuva 8	Chuva 9	Chuva 10
	Incremental mm	Incremental mm	Incremental mm	Incremental mm	Incremental mm	Incremental mm	Incremental mm	Incremental mm	Incremental mm	Incremental mm
1	1,82	2,38	2,69	1,24	1,74	1,62	1,82	1,82	1,95	1,61
2	1,80	2,36	2,67	1,23	1,73	1,61	1,81	1,81	1,94	1,60
3	2,16	2,84	3,21	1,48	2,07	1,93	2,17	2,17	2,32	1,92
4	2,58	3,39	3,83	1,77	2,48	2,31	2,59	2,60	2,78	2,29
5	2,80	3,67	4,15	1,91	2,68	2,50	2,81	2,81	3,01	2,48
6	3,37	4,42	5,00	2,30	3,23	3,00	3,38	3,38	3,62	2,98
7	4,51	5,92	6,69	3,09	4,32	4,02	4,52	4,53	4,85	4,00
8	11,00	14,43	16,31	7,52	10,54	9,81	11,03	11,05	11,82	9,74
9	6,57	8,62	9,75	4,49	6,29	5,86	6,59	6,60	7,06	5,82
10	4,15	5,44	6,16	2,84	3,98	3,70	4,16	4,17	4,46	3,68
11	3,00	3,94	4,45	2,05	2,88	2,68	3,01	3,01	3,23	2,66
12	2,90	3,80	4,30	1,98	2,78	2,58	2,91	2,91	3,11	2,57
13	2,68	3,52	3,98	1,83	2,57	2,39	2,69	2,69	2,88	2,38
14	2,40	3,15	3,57	1,64	2,30	2,14	2,41	2,42	2,59	2,13
15	2,32	3,05	3,44	1,59	2,22	2,07	2,33	2,33	2,50	2,06
16	2,07	2,71	3,06	1,41	1,98	1,84	2,07	2,07	2,22	1,83
17	2,04	2,68	3,03	1,40	1,96	1,82	2,05	2,05	2,20	1,81
18	1,88	2,46	2,79	1,28	1,80	1,67	1,88	1,89	2,02	1,66
19	1,86	2,44	2,76	1,27	1,78	1,66	1,86	1,87	2,00	1,65
20	1,80	2,36	2,67	1,23	1,73	1,61	1,81	1,81	1,94	1,60
21	1,61	2,12	2,40	1,10	1,55	1,44	1,62	1,62	1,74	1,43
22	1,61	2,11	2,38	1,10	1,54	1,43	1,61	1,61	1,73	1,42
23	1,40	1,84	2,08	0,96	1,34	1,25	1,40	1,41	1,50	1,24
24	0,96	1,26	1,43	0,66	0,92	0,86	0,97	0,97	1,04	0,85
	69,30	90,90	102,80	47,40	66,40	61,80	69,50	69,60	74,50	61,40

Chuva na forma: SCSII

h	Chuva 1	Chuva 2	Chuva 3	Chuva 4	Chuva 5	Chuva 6	Chuva 7	Chuva 8	Chuva 9	Chuva 10
	Incremental mm	Incremental mm	Incremental mm	Incremental mm	Incremental mm	Incremental mm	Incremental mm	Incremental mm	Incremental mm	Incremental mm
1	0,82	1,08	1,22	0,56	0,79	0,74	0,83	0,83	0,89	0,73
2	0,58	0,76	0,86	0,40	0,56	0,52	0,58	0,58	0,63	0,52
3	0,77	1,01	1,14	0,53	0,74	0,69	0,77	0,77	0,83	0,68
4	0,98	1,28	1,45	0,67	0,94	0,87	0,98	0,98	1,05	0,87
5	0,95	1,25	1,41	0,65	0,91	0,85	0,95	0,95	1,02	0,84
6	1,23	1,62	1,83	0,84	1,18	1,10	1,24	1,24	1,33	1,09
7	1,25	1,65	1,86	0,86	1,20	1,12	1,26	1,26	1,35	1,11
8	1,42	1,86	2,11	0,97	1,36	1,27	1,42	1,43	1,53	1,26
9	2,00	2,63	2,97	1,37	1,92	1,79	2,01	2,01	2,15	1,77
10	2,52	3,31	3,74	1,73	2,42	2,25	2,53	2,53	2,71	2,23
11	4,30	5,64	6,37	2,94	4,12	3,83	4,31	4,32	4,62	3,81
12	26,47	34,71	39,26	18,10	25,36	23,60	26,54	26,58	28,45	23,45
13	10,59	13,89	15,71	7,24	10,15	9,44	10,62	10,63	11,38	9,38
14	3,69	4,84	5,48	2,53	3,54	3,29	3,70	3,71	3,97	3,27
15	2,42	3,17	3,59	1,65	2,32	2,16	2,43	2,43	2,60	2,14
16	1,83	2,40	2,71	1,25	1,75	1,63	1,83	1,84	1,97	1,62
17	1,47	1,93	2,18	1,00	1,41	1,31	1,47	1,48	1,58	1,30
18	1,19	1,55	1,76	0,81	1,14	1,06	1,19	1,19	1,27	1,05
19	1,05	1,37	1,55	0,72	1,00	0,93	1,05	1,05	1,12	0,93
20	1,00	1,31	1,48	0,68	0,96	0,89	1,00	1,00	1,07	0,88
21	0,94	1,24	1,40	0,64	0,90	0,84	0,95	0,95	1,01	0,84
22	0,89	1,16	1,32	0,61	0,85	0,79	0,89	0,89	0,95	0,79
23	0,64	0,84	0,95	0,44	0,61	0,57	0,64	0,64	0,69	0,56
24	0,30	0,40	0,45	0,21	0,29	0,27	0,31	0,31	0,33	0,27
	69,30	90,90	102,80	47,40	66,40	61,80	69,50	69,60	74,50	61,40

Chuva na forma: SCSIII

h	Chuva 1	Chuva 2	Chuva 3	Chuva 4	Chuva 5	Chuva 6	Chuva 7	Chuva 8	Chuva 9	Chuva 10
	Incremental mm	Incremental mm	Incremental mm	Incremental mm	Incremental mm	Incremental mm	Incremental mm	Incremental mm	Incremental mm	Incremental mm
1	0,36	0,47	0,53	0,25	0,35	0,32	0,36	0,36	0,39	0,32
2	0,55	0,73	0,82	0,38	0,53	0,49	0,56	0,56	0,60	0,49
3	0,46	0,61	0,69	0,32	0,44	0,41	0,47	0,47	0,50	0,41
4	0,83	1,09	1,23	0,57	0,80	0,74	0,83	0,84	0,89	0,74
5	0,99	1,30	1,47	0,68	0,95	0,88	0,99	1,00	1,07	0,88
6	1,09	1,44	1,62	0,75	1,05	0,98	1,10	1,10	1,18	0,97
7	1,45	1,90	2,15	0,99	1,39	1,29	1,45	1,45	1,56	1,28
8	2,01	2,64	2,98	1,37	1,93	1,79	2,02	2,02	2,16	1,78
9	2,17	2,85	3,22	1,48	2,08	1,93	2,18	2,18	2,33	1,92
10	3,28	4,30	4,86	2,24	3,14	2,92	3,29	3,29	3,52	2,90
11	4,71	6,17	6,98	3,22	4,51	4,20	4,72	4,73	5,06	4,17
12	17,90	23,48	26,55	12,24	17,15	15,96	17,95	17,98	19,24	15,86
13	16,27	21,34	24,14	11,13	15,59	14,51	16,32	16,34	17,49	14,42
14	4,28	5,61	6,34	2,92	4,10	3,81	4,29	4,29	4,60	3,79
15	2,92	3,83	4,33	2,00	2,80	2,60	2,93	2,93	3,14	2,58
16	2,53	3,32	3,75	1,73	2,42	2,26	2,54	2,54	2,72	2,24
17	1,87	2,45	2,78	1,28	1,79	1,67	1,88	1,88	2,01	1,66
18	1,51	1,98	2,24	1,03	1,45	1,35	1,52	1,52	1,62	1,34
19	1,29	1,69	1,91	0,88	1,24	1,15	1,29	1,29	1,39	1,14
20	1,05	1,37	1,55	0,72	1,00	0,93	1,05	1,05	1,12	0,93
21	0,87	1,15	1,30	0,60	0,84	0,78	0,88	0,88	0,94	0,77
22	0,67	0,87	0,99	0,46	0,64	0,59	0,67	0,67	0,72	0,59
23	0,11	0,15	0,16	0,08	0,11	0,10	0,11	0,11	0,12	0,10
24	0,13	0,17	0,20	0,09	0,13	0,12	0,13	0,13	0,14	0,12
	69,30	90,90	102,80	47,40	66,40	61,80	69,50	69,60	74,50	61,40

Valores obtidos no HEC-HMS<sup>®</sup> para a forma Observada

Chuva	Precipitação mm	Perda mm	Volume Afluente		Vazão m³/s
			mm	1000 m³	
1	69,30	45,43	23,87	10.542,1	415,9
2	90,90	51,34	39,56	17.473,7	658,6
3	102,80	53,91	48,89	21.593,2	387,8
4	47,40	36,96	10,44	4.613,4	175,8
5	66,40	44,48	21,92	9.680,9	225,5
6	61,80	42,88	18,92	8.356,7	230,2
7	69,50	45,50	24,00	10.602,2	403,3
8	69,60	45,53	24,07	10.632,3	371,1
9	74,50	47,03	27,47	12.132,6	463,1
10	61,40	42,74	18,66	8.244,1	314,0



Valores obtidos no HEC-HMS<sup>®</sup> para a forma Uniforme

Chuva	Precipitação mm	Perda mm	Volume Afluentes		Vazão m³/s
			mm	1000 m³	
1	69,36	45,45	23,91	10.560,1	200,3
2	90,90	51,34	39,56	17.476,0	308,8
3	102,79	53,91	48,88	21.590,4	370,3
4	47,40	36,96	10,44	4.613,4	98,7
5	66,41	44,49	21,92	9.683,2	186,0
6	61,80	42,88	18,92	8.356,7	163,9
7	69,50	45,50	24,00	10.603,4	201,1
8	69,60	45,53	24,07	10.632,3	201,5
9	74,49	47,03	27,46	12.131,4	225,7
10	61,33	42,73	18,60	8.241,9	161,9

Valores obtidos no HEC-HMS<sup>®</sup> para a forma SCSII

Chuva	Precipitação mm	Perda mm	Volume Afluentes		Vazão m³/s
			mm	1000 m³	
1	69,31	45,44	23,87	10.545,1	221,3
2	90,91	51,34	39,57	17.470,3	384,4
3	102,80	53,92	48,88	21.593,2	482,1
4	47,40	36,96	10,44	4.613,4	89,5
5	66,38	44,48	21,90	9.675,0	201,2
6	61,81	42,89	18,92	8.359,5	171,1
7	69,49	45,49	24,00	10.599,2	222,7
8	69,61	45,53	24,08	10.635,3	223,5
9	74,48	47,03	27,45	12.126,4	258,4
10	61,38	42,73	18,65	8.238,5	168,5

Valores obtidos no HEC-HMS<sup>®</sup> para a forma SCSIA

Chuva	Precipitação mm	Perda mm	Volume Afluentes		Vazão m³/s
			mm	1000 m³	
1	69,30	45,74	24,51	10.828,4	172,1
2	90,90	51,57	40,30	17.802,7	298,3
3	102,80	53,92	48,88	21.593,2	374,6
4	47,40	36,94	10,43	4.606,4	75,0
5	66,40	44,48	21,92	9.680,9	157,2
6	61,80	42,88	18,92	8.356,7	134,5
7	69,50	45,50	24,00	10.602,2	173,3
8	69,60	45,53	24,07	10.632,3	173,7
9	74,50	47,04	27,47	12.135,8	199,8
10	61,40	42,64	18,97	8.246,9	132,7

Valores obtidos no HEC-HMS<sup>®</sup> para a forma SCSII

Chuva	Precipitação mm	Perda mm	Volume Afluente		Vazão m³/s
			mm	1000 m³	
1	69,29	45,43	23,86	10.539,1	298,2
2	90,91	51,34	39,57	17.473,7	509,6
3	102,80	53,92	48,88	21.593,2	636,1
4	47,40	36,96	10,44	4.613,4	125,3
5	66,41	44,49	21,92	9.683,8	273,2
6	61,80	42,88	18,92	8.356,7	234,3
7	69,50	45,50	24,00	10.602,2	300,0
8	69,60	45,53	24,07	10.632,3	300,9
9	74,51	47,04	27,47	12.135,8	346,5
10	61,39	42,73	18,66	8.241,3	230,8

Valores obtidos no HEC-HMS<sup>®</sup> para a forma SCSIII

Chuva	Precipitação mm	Perda mm	Volume Afluente		Vazão m³/s
			mm	1000 m³	
1	69,29	45,43	23,86	10.539,1	304,1
2	90,91	51,34	39,57	17.477,0	511,2
3	102,80	53,92	48,88	21.593,2	633,5
4	47,37	36,94	10,43	4.606,4	127,8
5	66,41	44,49	21,92	9.683,8	278,2
6	61,80	42,88	18,92	8.356,7	238,7
7	69,50	45,50	24,00	10.602,2	306,2
8	69,60	45,53	24,07	10.632,3	307,0
9	74,51	47,04	27,47	12.135,8	351,8
10	61,41	42,74	18,67	8.246,9	235,5